

ANNÉE 1939

N°

THÈSE
POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE
(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

BERILLE (Pierre)

né le 17 Mai 1913 à Fontainebleau (S.-et-M.)

LES MESURES ANTILARVAIRES
DANS LA PROPHYLAXIE
DU PALUDISME

Président de thèse : M. TANON, Professeur

PARIS
LIBRAIRIE LE FRANÇOIS
91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

1939

ANNÉE 1939

N°

THÈSE
POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE
(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

BERILLE (Pierre)

né le 17 Mai 1913 à Fontainebleau (S.-et-M.)

LES MESURES ANTILARVAIRES
DANS LA PROPHYLAXIE
DU PALUDISME

Président de thèse : M. TANON, Professeur

PARIS
LIBRAIRIE LE FRANÇOIS
91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

1939

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	ROUVIERE.
Physiologie	LÉON BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	POLONOVSKI.
Bactériologie	ROBERT DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générale	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	ABRAMI.
Pathologie chirurgicale	MONDOR.
Anatomie pathologique	LEROUX.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	CHIRAY.
Clinique médicale	LOEPER.
	CARNOT.
	CLERC.
	MARCEL LABBÉ.
	LEREBoullet.
	NOBECOURT.
	H. CLAUDE.
	GOUGEROT.
	GUILLAIN.
	LEMIERRE.
	CUNEO.
	GOSSET.
	GREGOIRE.
	LENCRMANT.
	TERRIEN.
	CHEVASSU.
	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
	LEVY-SOLAL.
	MOCQUOI.
	OMBREDANNE.
	RATHERY.
	LEMAITRE.
	PIERRE DUVAL.
	M. VILLARET.
	TROISIERS.
	MATHIEU.
	LAUBRY.
	CLOVIS VINCENT.
	N...
	HAZARD.
	HOVELACQUE.
	MULON.
	OLIVIER.
	SANNIÉ.
	VERNE.
Professeurs sans chaire	

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

MM.

Pathologie chirurgicale.. AMELINE.
 Pathologie médicale BARIETY.
 Pathologie médicale..... BERNARD HENRI.
 Pathologie médicale..... BERNARD ETIENNE.
 Hydrologie..... BESANÇON JUSTIN.
 Pathologie médicale..... BOULIN.
 Histologie BULLIARD.
 Pathologie médicale..... CATHALA.
 Pathologie médicale..... CHEVALLIER.
 Pathologie médicale COSTE.
 Physique DOGNON.
 Urologie FEY.
 Pathologie chirurgicale.. FUNCK.
 Parasitologie GALLIARD.
 Bactériologie GASTINEL.
 Pathologie chirurgicale.. DE GAUDART D'ALLAINES.
 Physiologie GAYET.
 Pathologie médicale..... DE GENNES.
 Histologie GIROUD.
 Pathologie médicale..... HAGUENAU.
 Otorhino-laryngologie .. HALPHEN.
 Anatomie pathologique.. HUGONIN.
 Hygiène JOUANON.
 Obstétrique LACOMME.

Obstétrique LANTUEJOU.
 Pathologie médicale..... LAROCHE Guy.
 Parasitologie LAVIER.
 Pathologie médicale LELONG.
 Pathologie expérimentale LEMAIRE.
 Pathologie chirurgicale.. LEVEUF.
 Pharmacologie Mlle J. LEVY.
 Neurologie et Psychiatrie LEVY-VALENS.
 Pathologie chirurgicale.. MÉNÉGAUX.
 Pathologie médicale..... MOLLARET.
 Pathologie médicale..... MOREAU.
 Pathologie chirurgicale.. MOULONGUET.
 Pathologie médicale..... MOUQUIN.
 Pathologie chirurgicale.. PETIT LUT.
 Médecine légale..... PIÉDELIEVRE.
 Obstétrique PORTES.
 Ophtalmologie RENARD.
 Physiologie FICHET.
 Pathologie chirurgicale.. SÉNÈQUE.
 Pathologie médicale..... TURPIN.
 Obstétrique VIGNES.
 Pathologie chirurgicale.. WILMOTH.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS À L'EXERCICE

POUR LE SERVICE DES EXAMENS

MM.

MM.

Pathologie chirurgicale.. ALGLAVE.
 Pharmacologie BUSQUET.
 Physiologie CHAILLEY-BERT.
 Obstétrique GUÉNIOT.
 Pathologie chirurgicale .. HEITZ-BOYER.

Pathologie chirurgicale.. LARDENNOIS.
 Obstétrique LE LORIER.
 Parasitologie NEVEU-LEMAIRE.
 Pathologie chirurgicale .. SCHWARTZ.
 Obstétrique VAUDESCAL.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

MM.		MM.	
ALAJOUANINE.	} Clinique médicale	BASSET.	} Clinique chirurgicale
AUBERTIN.		BROCC.	
BRULÉ.		CADENAT.	
CHABROL.		GATELLIER.	
DONZELOT.		MOURE.	
DUVOIR.		QUENU.	
LIAN.		VELTER.	
PASTEUR-VALLERY-			
RADOT.			
SEZARY.			
MM.	} Clinique obstétricale..		
ECALLE			
METZGER			

V. — CHARGÉS DE COURS

	MM.
Education physique.....	CHAILLEY-BERT, agrégé.
Radiologie clinique.....	LEDOUX-LEBARD.
Stomatologie	RUPPE.
Puériculture	WEIL-HALLÉ.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PERE

A MA MERE

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON

*Qui a bien voulu nous faire
l'honneur de présider notre
thèse.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR BRUMPT

*Hommage de profonde recon-
naissance pour son enseigne-
ment de la malarialogie.*

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

INTRODUCTION

Le Paludisme étant l'endémie la plus meurtrière du globe, il importe de l'attaquer par tous les moyens possibles en notre possession.

La lutte antipaludique comporte un arsenal de mesures qui peuvent s'appliquer :

1° à protéger l'individu neuf, non encore contaminé ;

2° à détruire le Plasmodium sous sa forme de gamète ou sous sa forme de schizonte par ingestion de Quinine ou de corps synthétiques d'action analogue.

La protection de l'individu sain contre les piqûres et la quininisation constituent la prophylaxie humaine.

Des mesures d'un tout autre ordre peuvent être prises en vue de détruire les agents vecteurs : les anophèles.

Ces moustiques sont difficilement atteints à l'état d'insectes parfaits et la majeure partie de la lutte anti-anophélique consiste en lutte anti-larvaire, car ils sont beaucoup plus vulnérables à ce stade. Remontant plus loin encore vers la cause du mal, il faudra assainir les eaux stagnantes, faire disparaître ou stériliser toutes les collections d'eau inutiles.

Pour cette œuvre, on dispose de grands et petits moyens.

Les Grands moyens se distinguent par leur but, qui est la disparition du Paludisme là où sont portés les efforts.

C'est une œuvre d'une grande ampleur, qui nécessite des études approfondies afin de ne pas disperser le travail et d'épargner au maximum l'argent, car une erreur de technique entraîne de grosses dépenses.

L'exemple de l'Italie faisant disparaître les marais pontins, nappe marécageuse de près de 800 km² démontre le succès de ces moyens qui ont rendu à l'agriculture de vastes terrains et assaini toute une région.

Mais il est exceptionnel que la lutte antipaludéenne puisse être menée avec une telle vigueur ; c'est pourquoi on insistera particulièrement sur les petits moyens, plus palliatifs que vraiment curatifs, mais dont l'usage est beaucoup plus facile et incomparablement moins onéreux, du moins immédiatement.

Par contre, leurs résultats sont beaucoup plus transitoires et inconstants.

GRANDS MOYENS ANTILARVAIRES

Voyons d'abord quelles sont les grandes mesures antilarvaires, c'est-à-dire celles qui ont un caractère à peu près définitif, mais dont l'inconvénient est de nécessiter une main-d'œuvre et un capital importants.

Ces mesures visent essentiellement à la disparition des eaux stagnantes.

L'assainissement du terrain est un élément essentiel de la prophylaxie anti-paludique, car :

— Par la suppression des eaux stagnantes on fait disparaître les gîtes larvaires,

— une fois assainis, les terrains ainsi gagnés permettent la mise en valeur et le peuplement indispensables au maintien de la salubrité de la région rendue à l'activité agricole.

C'est un procédé de lutte antipaludique de grande envergure et qui nécessite une étroite collaboration du médecin hygiéniste et de l'ingénieur agronome.

La stagnation des eaux peut reconnaître deux causes :

a) L'imperméabilité du sol, fonction de sa nature géologique.

b) L'impossibilité de l'écoulement naturel:

- Vallée ou dépression sans débouchés
- Encombrement du lit des cours d'eau, surtout au point où leur pente diminue
- Formation de deltas aux embouchures des rivières en plaine basse
- Influence de la mer qui forme des dunes et cordons littoraux.

Lorsqu'on doit assainir une région et pour cela la dessécher, il conviendra tout d'abord d'empêcher l'introduction d'eaux étrangères en établissant de petits canaux de ceinture.

Puis, pour évacuer les eaux stagnantes, on envisagera, selon les situations locales, un des trois modes de circulation des eaux :

I. — L'ÉVAPORATION.

dont l'intensité est en rapport avec le climat et avec la végétation, les végétaux étant de véritables machines à épuisement. Ce procédé de pompage naturel sera utilisé surtout lorsque la faible valeur du sol contre-indiquera l'installation d'un procédé plus perfectionné.

Avec les espèces usuelles, la quantité d'eau évaporée par hectare pendant une période de végétation peut varier de 900 à 2.500 m³.

L'Eucalyptus Globulus peut réaliser un pompage de 35 m³ par hectare et par jour.

L'Helianthe Tournesol et les pins maritimes sont aussi, mais à un moindre degré, de puissants agents d'évaporation.

II. — L'INFILTRATION.

Rarement réalisable, consiste à mener l'eau de la superficie vers une couche perméable sous-jacente à travers la couche imperméable qui forme retenue.

Exemple :

- Le Drainage Hollandais par puits absorbants
- L'Alios des Landes (mince couche imperméable).

III. — ÉCOULEMENT SUPERFICIEL.

Est le procédé le plus couramment utilisable.

Un réseau de fossés et de canaux rassemble les eaux vers le point le plus bas de la surface à assainir. Trois cas peuvent alors se présenter :

1^{er} cas. — La surface à assainir se trouve à un niveau tel qu'il est possible de rétablir ou de créer un écoulement continu vers un émissaire naturel situé à une distance accessible.

2^e cas. — La surface de la nappe réceptrice (mer ou rivière à marées) est alternativement plus basse et plus haute que la surface à assainir et l'on ne peut prévoir qu'un écoulement discontinu avec un système de vannes ou de clapet.

3^e cas. — La surface à assainir est constamment plus basse que l'émissaire. Il faut alors avoir recours à l'élévation mécanique des eaux — on la pompe aux points les plus déclives — c'est ce procédé qui a permis d'assainir et de livrer à la culture des terrains actuellement très riches comme les Polders de Hollande et ceux du delta du Rhône et du Pô.

On peut aussi s'efforcer de surélever le sol lui-même au-dessus des émissaires les plus proches : c'est le Colmatage, méthode de terrassement naturel qui consiste à utiliser les cours d'eau voisins s'ils sont suffisamment limoneux pour déposer le remblai nécessaire.

Le Colmatage peut assurer par an un dépôt d'une épaisseur variant de 1 à 50 cm. et donne des sols d'une excellente qualité agricole.

On peut réaliser artificiellement le Colmatage en amenant sur le terrain, par des canalisations assez volumineuses, des boues obtenues en délayant des terres meubles dans de l'eau projetée par des pompes puissantes.

Si l'on est en présence de terrains marécageux n'offrant que des possibilités agricoles médiocres ou pour lesquels on ne veuille faire les frais du Colmatage, on pourra au contraire les transformer en étangs.

Ces étangs soigneusement entretenus, dont le faucardage fera disparaître radicalement les plantes aquatiques, ne seront qu'un moindre mal et pourront avantageusement être utilisés pour la pisciculture.

Mais il ne suffira pas d'assécher le terrain, il faudra

le mettre en valeur, car la résistance à la maladie est fonction de la prospérité et du bien-être général, qui dépendent eux-mêmes essentiellement de l'activité agricole. Pour cela il faudra drainer le sol pour maintenir le niveau moyen de l'eau à une profondeur suffisante pour la bonne santé des plantes et la facilité de la culture.

Le drainage pourra être réalisé par des fossés ouverts qui ont l'inconvénient de faire perdre une surface importante, 10 à 20 % utilisables pour la culture. Les fossés couverts sont utilisés depuis un temps très reculé.

Le système le plus généralement employé est le drainage par drains de poterie, dont le prix relativement élevé est très largement compensé par les résultats obtenus.

Il conviendra encore de régulariser et d'approfondir le lit des cours d'eau coulant dans les plaines basses, car un grand nombre de gîtes larvaires sont constitués par les étendues d'eau qui se forment lors des inondations saisonnières.

Enfin les canaux et fossés de drainage devront avoir une pente suffisante et des berges bien entretenues, afin d'éviter qu'ils ne deviennent eux-mêmes des foyers d'Anophélisme.

Connaissant ces diverses possibilités d'assèchement et de drainage, le médecin malariologue appelé par les pouvoirs publics à donner son avis sur l'assainissement d'une région devra faire ressortir avec force tout le bénéfice d'une pareille méthode. En

effet, parallèlement à la disparition des anophèles, le paludisme diminuera et il en résultera une économie inappréciable en « capital humain ».

C'est de plus, un excellent placement, la dépense étant récupérée en quelques années et étant éminemment productive.

Tous les exemples de cet assainissement sur une grande échelle réalisé jusqu'alors prouvent la justesse du calcul et l'intérêt économique médical et social de l'opération.

PETITS MOYENS ANTILARVAIRES

Les moyens palliatifs de moindre envergure comprennent un certain nombre de mesures qui consistent à rendre l'eau impropre à la vie des larves d'anophèles.

Première façon de procéder :

Empoisonner les larves par un produit chimique sans compromettre la vie des poissons et des animaux. On a recours à trois sortes de produits :

Ceux qui agissent simplement par asphyxie :

Paraffine liquide

Huile brûlée

Ceux qui agissent par leur toxicité :

Vert de Paris

Stoxal

Ceux qui ont une action physique et toxique :

comme le *Pétrole*.

Tous ces produits sont efficaces, mais pour qu'ils ne soient pas trop onéreux on ne peut les employer sur de vastes étendues, ni les renouveler trop souvent.

Le vert de Paris.

Larvicide appelé en Europe Vert de Schweinfurt, introduit en 1921 dans la lutte antilarvaire. C'est de l'Acéto-arsénite de Cuivre :

poudre très fine
de couleur vert émeraude
insoluble dans l'eau.

Le vert de Paris doit être mélangé à une poudre inerte qui variera selon le pays.

Ce sera la substance la plus facile à se procurer, au prix le plus avantageux.

La meilleure de ces substances est la poussière de route calcaire, bien sèche et homogène. Le mélange sera utilisé en l'absence du vent. Si le vent souffle, il faut l'additionner d'un peu de sable sec qui empêche que le mélange soit emporté.

A défaut de poussière de route, on peut utiliser :

la chaux éteinte
la cendre
la poudre de liège
la sciure
la pierre ponce
le talc.

Le mélange du vert de Paris et de la poudre inerte utilisée se fera, après tamisage, dans un mélangeur, formé simplement par une boîte métallique prismatique. Un axe passe par deux angles opposés de cette boîte et se prolonge par une manivelle. On remplit à

moitié seulement le mélangeur et on tourne environ 10 minutes.

Le taux le plus couramment utilisé est :

1/100 — une partie de vert de Paris pour cent de poudre inerte.

Les larves d'anophèles viennent se nourrir à la surface de l'eau. Pour cela elles font un mouvement de rotation de la tête de 180° et les brosses qui se trouvent dans leurs mâchoires provoquent par leurs mouvements rythmiques sur l'eau un remous qui amène toutes les substances se trouvant à la surface de l'eau sans distinction vers leur bouche.

L'expérience montre qu'il faut 4 heures pour que la larve avale fatalement une particule de vert de Paris.

Quand l'intoxication se produit, la larve présente des mouvements lents et maladroits, puis tombe au fond en effectuant des mouvements de reptation. Elle fait des efforts pour remonter à la surface, puis retombe définitivement et meurt.

La sensibilité des larves à ce toxique est très grande.

Comme les larves se nourrissent le matin, il faut pour les intoxiquer répandre le mélange pendant la matinée.

S'il pleut au moment de la verdfication ou dans les 12 heures qui suivent, ou si le vent s'élève très fort, il faudra recommencer l'opération comme si rien n'était fait.

On répandra le Vert de Paris tous les 10 jours en été, tous les 15 jours au printemps. La proportion de vert dans le mélange sera augmentée s'il y a trop de végétation verticale.

Pour répandre la poudre larvicide, on utilisera :

soit de simples soufflets à main,
soit des appareils analogues aux soufreuses et
qu'on porte sur le dos.

Pour les grandes étendues, le vert sera réparti depuis une barque ou un canot par un ventilateur mécanique ou électrique.

Les Américains ont utilisé l'avion, mais sans compter qu'il s'agit là d'un procédé bien onéreux, le mélange utilisé doit dans ce cas contenir jusqu'à 25 % de vert de Paris.

La lutte antilarvaire par le vert de Paris est réalisée dans la plupart des pays malariques en raison :

de la facilité de son application,
de son efficacité indiscutable,
de son prix inférieur aux autres méthodes.

Le vert de Paris peut être considéré comme non toxique pour l'ouvrier qui le prépare ou qui le répand, à condition qu'il prenne quelques précautions élémentaires. Dans certains cas il se produit une intoxication, mais ces cas sont rares et passagers.

L'intoxication est due à la pénétration du vert à travers la peau enflammée par le frottement, la cha-

leur et la sueur. La sensibilité à l'arsenic est d'ailleurs très variable ; selon les individus, on constate une légère dermatose

parfois

conjonctivite et rhinite banales avec Epistaxis.

rarement quelques troubles intestinaux.

A la dose usuelle, le vert de Paris n'est pas nocif pour la flore et la faune aquatiques, ni pour le bétail qui peut venir boire l'eau ainsi traitée. Fait important, pour les poissons la mortalité est si minime qu'on peut la considérer comme nulle. On pourra donc sans risques associer le vert de Paris à l'empoisonnement par les *Gambusia*, deux mesures qui se complètent parfaitement.

Enfin le vert de Paris n'empêche pas les femelles de venir faire leur ponte dans l'eau traitée, ce qui évite ainsi la création de nouveaux gîtes.

Il n'agit ni sur les œufs

ni sur les nymphes,

mais les avantages de cette méthode de prophylaxie sont tels qu'ils surpassent de beaucoup ces quelques inconvénients.

La Poudre de Trioxyméthylène

a aussi une action spécifique contre les larves d'anophèles.

Ce corps exerce une action toxique égale à celle des poudres arsenicales, sans présenter aucun des petits dangers, toujours possibles, de celles-ci.

Mais les larves de moustiques se mithridatisent assez facilement et une première atteinte non mortelle par le Trioxyméthylène leur permet de résister à des doses habituellement mortelles du produit. La diffusion et la dispersion de ce produit sont particulièrement faciles ; — son épandage se fait de la même façon que le vert de Paris.

On a aussi mélangé à un véhicule inerte une substance qui agit d'une toute autre façon, c'est-à-dire sous forme de Gaz.

L'Hexachloréthane

solide, qui se sublime à la température ordinaire.

On utilise un mélange de 2/3 d'Hexachloréthane avec 1/3 de Talc.

La poudre est étalée sur la surface de l'eau au moyen d'un soufflet ou d'une poudreuse.

Le gaz d'Hexachloréthane qui est sublimé paraît pénétrer dans le système respiratoire des larves, mais semble avoir une action paralysante. Une simple couche de ce mélange suffit pour détruire en quelques heures toutes les larves et la presque totalité des nymphes.

Cette méthode ne souille pas l'eau

ne détruit que les formes aquatiques des moustiques

enfin le mélange pénètre bien dans les agglomérats d'herbes et d'algues.

Pétrolage.

Ce pétrole est employé de longue date dans la lutte antilarvaire. Non seulement il asphyxie les larves, mais encore il semble avoir une action toxique propre.

On le répand à raison d'une cuillerée à soupe par mètre carré.

Son emploi est onéreux et ne pourra être recommandé que pour de petites étendues d'eau, ou bien dans les régions assez voisines des puits de pétrole pour que la question de cherté du produit ne se pose pas.

Il y a intérêt à pétroler toutes les étendues d'eau aussi minimales soient-elles ; même les creux d'arbres qui, dans certaines régions, constituent des gîtes larvaires appréciables seront « plombés » à l'aide d'un goudron spécial.

MOYENS BIOLOGIQUES

LES POISSONS LARVIVORES

C'est une méthode de prophylaxie commode
peu onéreuse
très efficace
pour pouvoir utilement remplir leur rôle, les poissons
larvivores doivent être :

- 1° — trop petits pour ne pas tenter les pêcheurs
- 2° — se reproduire rapidement et par viviparité
- 3° — être robustes

rustiques
rapides
très voraces.

Malheureusement, étant de petite taille ils seront
chassés et détruits par tous les autres poissons plus
gros qu'eux.

Inversement, il se peut qu'ils se nourrissent aussi
des alevins des autres poissons et ce peut être un
désastre pour la pisciculture.

Presque tous les poissons d'eau douce mangent des larves, mais seulement pendant qu'ils sont jeunes alevins.

Dans nos pays, seule l'anguille, lorsqu'elle mesure 5 à 6 cm. de long, pourrait aider à la prophylaxie anti-paludéenne, mais dès que sa taille augmente elle dédaigne des proies aussi minuscules.

De tous les poissons larvivores de fond, de surface et de pleine eau, il faut s'en tenir aux Gambusies.

Parmi celles-ci, seule l'espèce la plus nordique, « *Gambusia affinis* » peut s'acclimater en Europe.

Les Gambusias présentent toutes les qualités requises pour être de bons poissons larvivores.

Il sont particulièrement rustiques
résistant bien à la chaleur
un peu moins au grand froid.

Ils vivent aussi bien dans les eaux saumâtres et même souillées que dans les eaux propres.

Les Gambusias peuvent supporter une concentration de sel de 52 gr. par litre.

Enfin le vert de Paris est très peu toxique pour eux.
Leur voracité est considérable.

Un *Cambusia* femelle de taille moyenne dévore environ 200 larves par jour. Les jeunes sont voraces dès leur naissance.

C'est certainement le moyen le moins onéreux de tout l'arsenal anti-paludéen, la valeur marchande du poisson étant à peu près nulle.

Seuls leur transport et leur immersion demande quelques précautions et soins.

Parmi les ennemis des gambusias il faut citer surtout

les anguilles,
les poissons chats,

enfin quelques insectes aquatiques :

Dytiques et notonectes
peuvent s'attaquer aux Gambusias en état de moindre
résistance.

On peut utiliser les Gambusias de trois façons :

I. — *Utilisation en petite quantité :*

50 gambusias pour une pièce d'eau de 5 mètres de diamètre. Ce procédé est particulièrement économique, mais tout à fait insuffisant en pays paludéen.

II. — *Empoisonnement massif :*

Il faudra 5 à 10.000 gambusias pour la même pièce d'eau de 5 m. de diamètre et cela dès avant l'apparition des larves.

Le moyen est efficace, mais dépend en grande partie des conditions environnantes :

état des berges
température
plantes aquatiques, etc...

III. — *Méthode mixte :*

On emploie simultanément gambusias et produits chimiques, principalement le vert de Paris à cause de sa moindre toxicité.

Le vert de Paris présente l'avantage d'être employé

avant l'éclosion des premières larves printanières afin de les détruire en aussi grand nombre que possible à une époque où les gambusies sont trop rares pour exercer une action suffisante.

De leur côté, les gambusies permettent, à mesure que s'avance la saison, d'espacer et finalement de supprimer l'épandage du vert de Paris.

En Corse, où le Paludisme est un réel danger, des femelles gravides furent placées, en été, le plus haut possible près de la source des rivières, l'été suivant tous les gîtes :

mares résiduelles

marais

lagunes

deltas

étaient remplis d'alevins amenés par le courant. On peut donc dire des poissons larvivores et en particulier des Gambusies, qui sont les plus voraces et les plus robustes des Poeciliides, qu'ils sont un moyen biologique efficace et économique de Prophylaxie du Paludisme.

Ils ne serviront à rien dans les eaux où des plantes aquatiques abondantes préservent les larves. Ils auront leur maximum d'efficacité si leur emploi est combiné avec celui des produits chimiques larvicides.

Ces derniers agissant seuls au début de la saison puis devenant de moins en moins nécessaires au fur et à mesure que le nombre des Gambusies s'accroît.

LES EAUX

Pour être propice à la vie des larves d'anophèles et constituer un gîte possible, l'eau doit réunir les caractères suivants :

Etre tranquille et peu courante
Etre limpide
Nourrir des plantes vertes
Persister plus de 15 jours à la surface du sol.

Sans parler de la destruction par produits chimiques où par les ennemis naturels, la larve court donc plusieurs dangers :

Agitation de l'eau par le courant ou le vent qui la noie ou l'emporte.
Souillure de l'eau qui empêche la végétation et prive la larve de nourriture et d'abri.
Le dessèchement du gîte.

En principe, les eaux bien domestiquées, celles que l'homme capte pour son usage, ne créent pas de gîtes, car elles circulent bien.

Il n'en est pas de même pour les eaux sauvages.

Dans les montagnes, le régime torrentiel crée par érosion, des lits trop grands où subsistent en été des mares à anophèles.

Dans les plaines, l'eau se creuse en multiples méandres des lits trop petits, cause d'inondations qui laissent subsister un grand nombre de gîtes.

Dans les bas fonds argileux sans écoulement, les pluies printanières forment d'immenses marais que les rayons solaires ne peuvent tarir.

Il faudra, si l'on ne peut pas recourir aux grandes mesures d'assèchement, rendre les collections d'eau impropres à la multiplication des anophèles par :

accélération du courant,
suppression de la végétation,
nettoyage des surfaces d'eau envahies par les
herbes flottantes,
desherbage et faucardage,
régularisation des berges,
Aménagement d'un étroit fossé collecteur dans
le fond des canaux pour assurer l'évacuation
continue de l'eau en période de sécheresse,
Canalisation et endiguement.

Il faudra s'attaquer directement aux larves par :

Epannage d'une substance toxique,
Empoisonnement
Alternance de l'écoulement de l'eau toutes les
semaines ayant pour effet l'assèchement com-
plet du gîte tous les 8 jours,
La larve se trouve ainsi exposée au soleil et
meurt.

C'est, réalisé en grand, le principe des pièges servant à détruire les œufs :

Des récipients pleins d'eau sont placés en des endroits favorables et vidés très régulièrement avant que les œufs n'aient eu le temps d'éclore.

FAUCARDAGE.

Ce développement rapide de la végétation entrave considérablement le développement des poissons et transforme l'étang en marais. Le faucardage consiste à débarrasser les étangs et les bords des rivières des roseaux et autres plantes nuisibles.

Malheureusement, ce désherbage est coûteux et par conséquent souvent négligé.

On pourra utiliser pour ce faire : les Ragondins, petits rongeurs qui se nourrissent de plantes aquatiques. S'ils sont en nombre suffisant, ils peuvent faire disparaître toutes les plantes d'un étang et les poissons culiciphages peuvent ainsi atteindre leurs proies et les détruire.

Mais ces animaux peuvent s'évader vers les cultures voisines et y commettre des dégâts importants.

C'est ce qui limite leur emploi comme faucardeurs.

LES PLANTES AUXILIAIRES.

Les utriculaires peuvent détruire à l'intérieur de leurs vésicules des larves de moustiques.

D'autres plantes, particulièrement les Lemna, peuvent couvrir toute la surface des eaux, mais leur culture est difficile.

Les *Piestia*, au contraire, poussent très facilement et sont envahissantes, mais elles créent de multiples gîtes entre leurs feuilles et leur culture est à déconseiller.

PALUDISME DES LAGUNES

Dans le vaste problème de la Prophylaxie anti-paludique, le cas des lagunes littorales est un peu particulier.

On a longtemps cru que les larves d'anophèles ne pouvaient vivre et se développer que dans l'eau douce et qu'une légère élévation de la concentration en sel marin suffirait à les tuer.

Mais ce problème est beaucoup plus complexe, car on a découvert que les larves peuvent vivre dans l'eau saumâtre et certaines espèces dans l'eau de mer presque pure. Ces moustiques, du genre *Aédès*, qui ne sont pas pathogènes pour l'homme, ont une larve qui peut vivre même dans les marais salants.

Pour s'en tenir aux anophèles, citons :

A. Costalis qui, au Sahara, vit dans une eau salée à 40 0/00.

A. Maculipennis en Corse vit dans les eaux dont la teneur en sel atteint 20 0/00.

La question du Paludisme des Lagunes se pose donc et son remède n'est pas aussi simple que, de prime abord, on avait pu le penser.

A Venise — type de la grande lagune — le paludisme n'existe pas. L'eau est cependant peu saumâtre et de nombreux culicidès s'y développent, rendent le séjour dans la ville intenable en été. Mais la larve de l'anophèle ne peut y vivre, car l'eau des canaux est malpropre et remplie de détritus et répand une odeur infecte lorsque le fond est remué par la rame des gondoliers.

Retenons donc au passage ce moyen bien simple et peu onéreux : une mare source d'anophèles peut être simplement débarrassée de ses larves pathogènes par quelques voitures de détritus venues du village voisin.

Sans doute les habitants seront tout autant, si ce n'est plus, incommodés par les moustiques. Mais on ne trouvera plus alors que des moustiques du genre *Culex*, désagréables mais non susceptibles de transmettre le paludisme.

Toutes les lagunes, quel que soit leur mode de formation, peuvent donc devenir des foyers d'Anophélisme, même lorsque la communication avec la mer subsiste.

Comment protéger alors contre le Paludisme les habitants de ces lagunes littorales ?

C'est surtout dans ce cas que la lutte anti-malarique devra être précédée d'une enquête épidémiologique serrée avec établissement de tous les index utiles.

On utilisera largement la lutte anti-plasmodiale par la Quinisation systématique.

On essaiera de détruire l'anophèle adulte, mais c'est encore la lutte antilarvaire qui pourra donner les résultats les plus intéressants.

Il faudra connaître parfaitement la biologie des larves en cause afin d'éviter de prendre des mesures qui seraient onéreuses et inefficaces.

A. *Ludlowi* vit aux Indes néerlandaises dans de l'eau de mer presque pure — il est donc, dans ce cas particulier, absolument inutile de tenter de les détruire par pénétration de l'eau de mer dans les lagunes.

Par contre, cette mesure, en général simple à appliquer, rendra de grands services si les larves ne peuvent supporter une forte teneur en Sel. En cas d'échec, on pourra répandre du pétrole ou de l'huile de paraffine à la surface de l'eau, ou bien intoxiquer les larves par le vert de Paris.

Mais ces mesures sont difficiles à appliquer sur de grandes étendues et c'est alors qu'on aura recours à l'empoisonnement par les *Gambusia*, qui supportent très bien une certaine concentration en eau de mer.

Ces mesures de prophylaxie exigent beaucoup de temps, un personnel nombreux et un contrôle constant.

Si cette lutte se relâche, aussitôt le Paludisme qu'on avait réussi à faire diminuer réapparaît avec plus d'intensité que jamais.

De plus, il ne faut pas perdre de vue que le but indirect de la prophylaxie est de rendre la terre gagnée sur la mer habitable pour l'homme et propre à la culture.

Il faut donc :

Assainir d'abord,

Mettre en valeur ensuite.

Le Paludisme des Lagunes sera combattu par tout un ensemble de mesures — les plus définitives possibles — appropriées aux situations particulières.

CONCLUSIONS

— La lutte anti-larvaire est un des éléments essentiels de la prophylaxie du Paludisme.

— Pour être bien conduite avec le maximum des chances de succès, il faut utiliser conjointement la lutte anti-plasmodiale et la lutte anti-anophélique.

— Parmi les petits moyens susceptibles de faire disparaître l'anophélisme d'une région, la solution la meilleure semble être l'association :

— d'Épandage de Vert de Paris

— et de l'empoisonnement par les Gambusias.

— Seuls les grands moyens : Assainissement Drainage et Culture donnent des résultats définitifs, car ils suppriment toutes les eaux inutiles et le peuplement devenant possible sur un terrain fertile, la santé générale s'améliore rapidement.

Il ne faudra donc jamais hésiter à engager des dépenses importantes lorsque l'on juge possible un assainissement complet et définitif.

Vu : le Doyen de la Faculté,
TIFFENEAU

Vu : le Président de thèse,
TANON

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,
G. ROUSSY.

Angers. — L'Imprimerie de l'Anjou. 21, bould Gaston-Dumesnil.

